

TUGAS AKHIR

**PENELITIAN STAINLESS STEEL 202 HASIL LAS SMAW DENGAN
POST WELD HEAT TREATMENT 900°C SELAMA 1 JAM PADA
PROSES QUENCHING, ANNEALING DAN NORMALIZING
TERHADAP UJI STRUKTUR MIKRO, UJI IMPACT
DAN UJI TARIK**



**Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Syarat-syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Disusun Oleh :

SUGIYARTO

NIM : D.200.05.0171

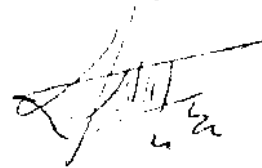
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2012**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Penelitian *stainless Steel* 202 Hasil Las *SMAW* Dengan *Post Weld Heat Treatment* 900°C Selama 1 Jam Pada Proses *Quenching*, *Annealing* dan *Normalizing* Terhadap Uji Struktur Mikro, *Impact* Dan *Tarik*”**, yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikat dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 17 September 2012

Yang menyatakan



Sugiyarto

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**Penelitian *stainless Steel* 202 Hasil Las SMAW Dengan *Post Weld Heat Treatment* 900°C Selama 1 Jam Pada Proses *Quenching, Annealing* dan *Normalizing* Terhadap Uji Struktur Mikro, *Impact* Dan Tarik**", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Sugiyarto

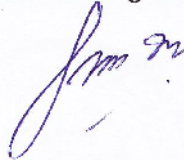
NIM : D.200.05.0171

Disetujui pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 28 - 9 - 2012

Pembimbing Utama



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT

Pembimbing Pendamping



Wijianto, ST., M.Eng, Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “**Penelitian *stainless Steel 202* Hasil Las *SMAW* Dengan *Post Weld Heat Treatment* 900°C Selama 1 Jam Pada Proses *Quenching, Annealing* dan *Normalizing* Terhadap Uji Struktur Mikro, *Impact* Dan *Tarik*”**, telah dipertahankan di hadapan tim penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : **Sugiyarto**

NIM : **D.200.05.0171**

Disahkan pada

Hari : *Jumat*

Tanggal : *28-9-2012*

Tim Penguji

Ketua : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT.

Anggota 1 : Wijianto, ST.,M.Eng,Sc.

Anggota 2 : Bambang Waluyo Febriantoko, ST, MT



Ir. Agus Riyanto, SR, MT.

Ketua Jurusan

Ir. Sartono Putro, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 38/A.3-II/TM/TA/II/2012. Tanggal 14 Februari 2012

dengan ini :

Nama : Pramuko IP., Ir., M.T.
Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Sugiarto
Nomor Induk : D 200 050 171
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : PENELITIAN STAINLESS STEEL 202 HASIL LAS SMAW DENGAN POST WELD
HEAT TREATMENT 900°C SELAMA 1 JAM PADA PROSES QUENCHING,
Rincian Soal/Tugas : ANNEALING DAN NORMALIZING TERHADAP UJI STRUKTUR MIKRO, IMPACT
DAN TARIK
- PENGUJIAN STRUKTUR MIKRO, UJI IMPACT DAN UJI TARIK

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 14-2-2012

14 Februari 2012.

Pramuko IP., Ir., M.T.

Cc. : Wijianto, S.T., M.Eng., Sc.

Lektor

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kujur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTO

﴿ “Jika kamu berlainan pendapat tentang sesuatu maka kembalikanlah kepada allah (al-quran) dan rosul (sunnah), jika kamu benar-benar beriman kepada allah dan hari akhir”

(Q.S.A n-nisa:59)

﴿ “Demi masa sesungguhnya manusia itu kerugian kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan serta saling menasihati untuk kebenaran dan kesabaran”

(Q.S.A l-ashr)

﴿ “Sebaik-baik ucapan adalah kitabullah (Al-quran) dan sebaik-baik petunjuk adalah petunjuk Muhammad SAW dan sejelek-jelek perkara adalah hal baru yang diada-adakan dan semua hal baru yang diada-adakan adalah bid’ah dan semua bid’ah adalah sesat dan semua kesesatan tempatnya di neraka”

(H.R.Bukhari-Muslim)

﴿ “orang yang berbahagia tidak selalu memiliki hal-hal yang terbaik tetapi tetapi berusaha menjadikan yang terbaik (bersyukur) setiap hal yang hadir dalam hidupnya”

(Penulis)

**PENELITIAN STAINLESS STEEL 202 HASIL LAS SMAW DENGAN POST
WELD HEAT TREATMENT 900°C SELAMA 1 JAM PADA PROSES
QUENCHING, ANNEALING DAN NORMALIZING TERHADAP UJI STRUKTUR
MIKRO, IMPACT DAN TARIK**

Sugiyarto, Pramuko Ilmu Purboputro, Wijianto
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

ABSTRAKSI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prosentase komposisi kimia pada spesimen baja tahan karat 202 serta struktur mikro, harga impact dan harga uji tarik hasil las baja tahan karat 202 dengan Post Weld Heat Treatment 900 °C pada variasi proses quenching, annealing dan normalizing.

Material yang diteliti adalah baja tahan karat seri 202. Benda uji menggunakan dilakukan masukan panas sesudah las (PWHT) 900 °C selama 1 jam dengan variasi pendinginan yaitu air, dapur dan udara. Pengujian yang dilakukan adalah : pengujian komposisi kimia, pengujian struktur mikro, pengujian tarik dan pengujian impact.

Hasil uji komposisi kimia diketahui material jenis baja tahan karat austenitik, kadar besi (Fe) = 72,6 %, khrom (Cr) = 17,6 %, mangan (Mn) = 10,0 % dan nikel (Ni) = 4,01 % . Struktur mikro didapatkan fasa : austenit, ferit dan karbida khrom. Untuk spesimen PWHT 900°C + quenching struktur butir yang paling halus dan sedikit karbida khrom. Pada spesimen PWHT 900°C + normalizing didapatkan struktur butir paling kasar dan terbentuk karbida khrom. Sedangkan spesimen PWHT 900°C + annealing struktur butirnya agak kasar dan lebih banyak karbida khrom. Dari pengujian tarik didapatkan harga kekuatan tarik maksimum rata-rata dari tertinggi menuju terendah, yaitu : spesimen PWHT 900°C + annealing (55,35 kg/mm²), spesimen PWHT 900°C + normalizing (37,55 kg/mm²) dan terendah pada spesimen PWHT 900°C + quenching (532,56 kg/mm²). Pengujian impact didapatkan harga impact rata-rata tertinggi pada spesimen PWHT 900°C + quenching sebesar 0,527 J/mm². Untuk spesimen PWHT 900°C + annealing sebesar 0,497 J/mm². Dan harga impact rata-rata terendah pada spesimen PWHT 900°C + normalizing sebesar 0,299 J/mm².

Kata-kata kunci : las SMAW, baja tahan karat, post weld heat treatment, quenching, annealing, normalizing

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum. Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah, saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya, sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul “Penelitian *Stainless Steel* 202 Hasil Las SMAW Dengan *Post Weld Heat Treatment* 900°C Selama 1 Jam Pada Proses *Quenching*, *Annealing*, dan *Normalizing* Terhadap Uji Struktur Mikro, *Impact* dan Tarik” dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati saya ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Agus Riyanto, SR, MT, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT, selaku Pembimbing Utama.
4. Wijianto, ST.,M.Eng,Sc, selaku Pembimbing Pendamping.
5. Ir. Sartono Putro, MT, selaku Pembimbing Akademik.
6. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, terimakasih untuk ilmu yang telah diajarkan selama berada dibangku kuliah.
7. Bapak, Ibunda, eyang putri, dan kakak’ku yang telah banyak memberikan dorongan moral, material dan doa’nya. Semoga ini menjadi langkah awal kesuksesan Dalem.

8. Semua pihak yang telah membantu, semoga Allah membalas kebaikanmu.

Saya menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saya harapkan kritik dan saran dari semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 22 September 2012

Sugiyarto

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Lembar Moto.....	vi
Abstraksi.....	vii
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Pembatasan Masalah.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA dan DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. <i>Stainless Steel</i>	7
2.2.2. Klasifikasi Baja Tahan Karat.....	7
2.2.3. <i>Stainless Steel</i> Jenis Austenit AISI 202	9
2.3. Pengelasan.....	12
2.4. Las Busur Elektroda Terbungkus (SMAW).....	14
2.4.1. Pengetsaan Baja Tahan Karat Jenis Austenit.....	15
2.5. Pendinginan	16
2.6. Proses Pendinginan Cepat <i>Quenching</i>	19
2.7. Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja	20
2.8. Sifat-sifat Fisis Bahan	23
2.8.1. Struktur Mikro.....	24
2.8.2. Komposisi Kimia	25
2.9. Sifat Mekanis Baja	26
2.9.1. Keliatan	26
2.9.2. Ketangguhan	27

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1.	Diagram Alir Proses Penelitian	31
3.2.	Penyiapan Bahan.....	32
3.2.1.	Proses Pemotongan	33
3.2.2.	Proses Las.....	33
3.2.3.	Pembuatan Benda Uji.....	35
3.2.4.	Penghalusan	37
3.2.5.	Pemolesan.....	37
3.2.6.	Pengetsaan	38
3.2.7.	Pembuatan Spesimen Uji Tarik	39
3.2.8.	Penakikan	40
3.2.9.	Post Weld Heat Treatment (PWHT)	40
3.3.	Pengujian Komposisi Kimia.....	42
3.4.	Pengamatan Struktur Mikro	44
3.5.	Pengujian Tarik	45
3.6.	Pengujian <i>Impact</i>	46
BAB IV	HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN	50
4.1.	Hasil Pengujian Komposisi Kimia	50
4.2.	Hasil Pengamatan Struktur Mikro	52
4.3.	Hasil Pengujian Tarik.....	56
4.4.	Pembahasan Pengujian Tarik.....	58
4.4.1.	Spesimen <i>Quenching</i>	58
4.4.1.	Spesimen <i>Normalizing</i>	58
4.4.1.	Spesimen <i>Annealing</i>	58
4.5.	Hasil Pengujian <i>Impact</i>	60
BAB V	KESIMPULAN dan SARAN	64
5.1.	Kesimpulan.....	64
5.2.	Saran-saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Fasa Baja Tahan Karat Austenitik	11
Gambar 2.2.	Suhu Pada Pengelasan Baja Tahan Karat.....	12
Gambar 2.3.	Klasifikasi Cara Pengelasan	13
Gambar 2.4.	Las SMAW	15
Gambar 2.5.	Diagram CCT untuk baja ASTM 4340	17
Gambar 2.6.	Kurva Pendinginan Pada Baja	20
Gambar 2.7.	Diagram Tegangan Regangan.....	27
Gambar 2.8.	Modulus Ketangguhan	28
Gambar 2.9.	Mekanisme Uji Impact.....	29
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 3.2.	Baja Tahan Karat AISI 202	32
Gambar 3.3.	Bentuk Dan Ukuran Kampuh V	33
Gambar 3.4.	Mesin las Pengelasan dan Hasil Las	34
Gambar 3.5.	Posisi Las dan Cara Pengelasan	35
Gambar 3.6.	Baja Tahan Karat Hasil Las dan Alat Metal Cut.....	36
Gambar 3.7.	Mesin Polishing.....	37
Gambar 3.8.	Daerah Lokasi Pengamatan Struktur Mikro	39
Gambar 3.9.	Ukuran Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201	39
Gambar 3.10.	Dimensi Spesimen Uji Impact standar ASTM E370	40
Gambar 3.11.	Proses Pemanasan Dengan Furnace (Tungku Pemanas)	41
Gambar 3.12.	Alat Uji Komposisi Kimia <i>Optical Emission Spectrometer</i> ..	43
Gambar 3.13.	Olympus Metallurgical Microscope dan Olympus Photomicrographic System.....	44
Gambar 3.14.	Benda Uji Tarik Sebelum Pengujian	46
Gambar 3.15.	Spesimen Uji Impact	46
Gambar 3.16.	Alat Uji Impact.....	48
Gambar 4.1.	Foto Struktur Mikro Daerah Las Dengan Quenching	52
Gambar 4.2.	Foto Struktur Mikro Daerah HAZ Dengan Quenching.....	52
Gambar 4.3.	Foto Struktur Mikro Daerah Logam Induk Dengan Quenching.....	52
Gambar 4.4.	Foto Struktur Mikro Daerah Las Dengan Annealing	53
Gambar 4.5.	Foto Struktur Mikro Daerah HAZ Dengan Annealing	53
Gambar 4.6.	Foto Struktur Mikro Daerah Logam Induk Dengan Annealing	53
Gambar 4.7.	Foto Struktur Mikro Daerah Las Dengan Normalizing	53
Gambar 4.8.	Foto Struktur Mikro Daerah HAZ Dengan Normalizing	53

Gambar 4.9.	Foto Struktur Mikro Daerah Logam Induk Dengan Normalizing	53
Gambar 4.10.	Histogram Perbandingan kekuatan Tarik Maksimum Rata-rata	57
Gambar 4.11.	Histogram Perbandingan Regangan Rata-rata.....	57
Gambar 4.12.	Diagram Pendinginan Yang Mneghubungkan Waktu, Suhu dan Transformasi.....	59
Gambar 4.13.	Histogram Perbandingan Harga Impact Rata-rata Spesimen	61
Gambar 4.14.	Patahan Liat.....	62
Gambar 4.15.	Patahan Campuran	62
Gambar 4.16.	Patahan Getas.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat Kimia Dan Mekanis Baja Tahan Karat.....	10
Tabel 3.1.	Rincian Spesimen	32
Tabel 4.1.	Hasil Komposisi Kimia Baja Tahan Karat.....	50
Tabel 4.2.	Harga Parameter Hasil Uji Tarik Spesimen Las Baja Tahan Karat.....	56
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian <i>Impact</i>	60